

1.2. СВАРИВАЕМОСТЬ СТАЛИ 10Г2С

Характеристика основного металла

В справочнике [2] находим химический состав данной стали.

Химический состав стали 10Г2С

Таблица 1.1

Марка стали	Содержание химических элементов, %					
	C	Mn	Si	Cr	Cu	Ni
Сталь 10Г2С	≤0.12	1.30- 1.65	0.80- 1.10	≤0.30	≤0.30	≤0.30

Химические свойства

Исходя из химического состава, сталь 10Г2С относится к низкоуглеродистым, низколегированным поскольку содержание углерода в ней – <0,24% (≤0.12). Класс стали перлитный. Химически активных элементов в ее составе нет.

Физические свойства

В справочнике [2], также, находим механические свойства этой стали.

Механические свойства стали 10Г2С

Таблица 1.2.

Марка стали	Временное сопротивление разрыва (В, кг/мм ²)	Граница текучести (Т, кг/мм ²)	Относительное удлинение (δ, %)
10Г2С	Не менее		
	54	40	19

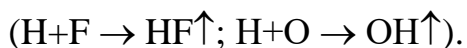
Проблемы при сварке стали 10Г2С

Поры

В сталях данной группы (низкоуглеродистых, низколегированных) возможно образование пор за счет выгорания углерода, а также их могут вызвать растворенные в металле газы N_2 и H_2 .

Методы предупреждения образования пор:

Предотвращают образование пор металлургическими методами: связывание и удаление водорода с помощью фосфора и кислорода.



Вместе с металлургическими методами применяют и технологические:

- Надежная защита зоны сварки от азота;
- Прожаривание электродов;
- Уменьшение скорости сварки, чтобы газы успели выделиться;
- Тщательная очистка кромок от ржавчины, смазочных масел, краски.

Горячие трещины

Для сталей этой группы типично образование горячих трещин за счет образования жидких прослоек между зернами металла, который кристаллизуется во время $T_{\text{кристаллизации}} \approx T_{\text{солидус}} \dots T_{\text{ликвидус}}$

При образовании легкоплавкой эвтектики Fe ($T_{\text{пл Fe}} < T_{\text{пл стали}}$) возникают жидкие прослойки, и тогда вероятность образования горячих трещин.

Для предотвращения этого вводят Mn, который связывает S в более тугоплавкий сульфид ($Mn+S \rightarrow Mn$) и жидкие прослойки не образуются.

Для сталей такой группы, которые содержат углерод на верхней границе (больше 0.20%), во время сварки угловых и корневых швов, особенно с

повышенным зазором - возможно образование горячих трещин, из-за узкой, глубокой формы провара с коэффициентом формы проплавления.

$$\varphi_{\Pi} = \frac{e}{h} = 0.8 \dots 1.2$$

Для предотвращения возникновения горячих трещин коэффициент формы проплавления ($opt\varphi_{\Pi}$) должен быть не менее 1,3.

Горячие трещины могут образовываться из-за повышенного содержания углерода. Способность материала к образованию горячих трещин можно определить по формуле:

$$HCR = \frac{C * (S + P + 0.25Si + 0.01Ni)}{3Mn + Cr + Mo + V}$$

Если $HCR < 0.004$ - то горячие трещины возникать не будут.

Ограничение тока и скорости сварки уменьшает вероятность образования горячих трещин.

Охрупчивание сварных соединений

Переходить в хрупкое состояние низкоуглеродистые и низколегированные стали могут при отрицательных температур (-20-40⁰C). Этому способствует повышенное содержание N₂ и O₂.

В сталях ограничивают: N₂ < 0.08%, O₂ < 0.05%.

Обеспечение равнопрочности сварного соединения с основным металлом.

Механические свойства металла шва и сварного соединения зависят от его структуры, которая определяется химическим составом, режимом сварки, предшествующей и последующей термообработки.

Химический состав металла шва во время сварки н/у и н/л сталей немного отличается от состава основного металла. Эта разница сводится к понижению

содержания углерода в металле шва, и, как следствие, уменьшается его прочность.

Легирование марганцем или кремнием повышает прочность металла шва. Увеличение скорости охлаждения металла шва также повышает его прочность, но снижает пластические свойства и ударную вязкость.

Проверка склонности основного металла к образованию горячих трещин

Проверяем склонность металла шва к возникновению горячих трещин при наиболее неблагоприятных условиях.

$$HCR = \frac{C(0.04Si + 0.01Ni)}{3Mn + Cr} = \frac{0.12(0.25 * 1.1 + 0.01 * 0.3)}{3 * 1.3 + 0.3} = 0.0079$$

Поскольку $HCR=0.0079 > 0.004$, - металл имеет склонность к образованию горячих трещин.

Проверяем возможность образования холодных трещин при наиболее неблагоприятных условиях (максимального количества легирующих примесей).

$$C_{\text{экв}} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + V}{5} + \frac{Mo}{4} + \frac{Ni}{15} + \frac{Cu}{13} + \frac{P}{2}$$

$$C_{\text{экв}} = 0,12 + \frac{1,65}{6} + \frac{0,3}{5} + \frac{0,3}{15} = 0,475$$

$C_{\text{экв}} = 0,475 > 0.4 \dots 0.45$, - выше допустимых границ, то возможно образование холодных трещин. Однако, в реальных условиях такое соотношение легирующих примесей маловероятно.

Но в заводских условиях надо контролировать состав стали по соответствующим сертификатам.

В целом сталь можно отнести к хорошо свариваемой, при условии среднего процента содержания легирующих элементов.